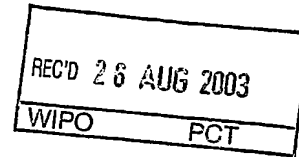


PCT/EP 03 / 06579

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 28 263.3

**Anmeldetag:** 25. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** Behr GmbH & Co, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Plattenwärmeübertrager in Stapelbauweise

**IPC:** F 28 F 3/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Faust

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

A 9161  
03/00  
EDV-L

**BEST AVAILABLE COPY**

5

BEHR GmbH & Co.  
Mausersstraße 3, 70469 Stuttgart

10

### **Plattenwärmeübertrager in Stapelbauweise**

15

Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmeübertrager in Stapelbauweise nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und bekannt durch die DE-A 195 11 991 der Anmelderin.

20

Plattenwärmeübertrager in Stapelbauweise sind bekannt, z. B. durch die DE-A 43 14 808 und die DE-A 197 50 748, jeweils von der Anmelderin. Bei diesem bekannten Wärmetauschertyp werden grundsätzlich gleiche Platten eines einzigen Typs verwendet, um eine hohe Zahl von Gleichteilen zu erreichen. Daraus ergibt sich für die am Wärmetausch beteiligten Medien, z. B. Öl und Kühlmittel dieselbe Kanalhöhe, d. h. derselbe Strömungsquerschnitt. Den unterschiedlichen Wärmeübergangsbedingungen der unterschiedlichen Medien kann durch verschiedene, d. h. angepasste Turbulenzeinlagen zwischen den Platten begegnet werden.

30

Bei sehr unterschiedlichen Medien, z. B. flüssigen und gasförmigen benötigt man für eine effiziente Wärmeübertragung Strömungskanäle unterschiedlichen Querschnitts. In der DE-A 195 11 991 der Anmelderin wurden daher zwei Lösungen für einen Plattenwärmeübertrager in Stapelbauweise vorgeschlagen, bei denen für ein erstes Medium, z. B. ein Kühlmittel eines Kühlmittelkreislaufes eines Verbrennungsmotors ein geringerer Kanalquerschnitt vorgesehen ist als für ein zweites Medium, z. B. die von einem Kompressor verdichtete und erwärmte Ladeluft für den Verbrennungsmotor. Bei der er-

35

sten Lösung werden nur gleiche Platten mit gleicher Kanalhöhe verwendet, allerdings werden auf der Ladeluftseite zwei oder mehr Kanäle parallel geschaltet, so dass sich der doppelte oder mehrfache Strömungsquerschnitt für die Ladeluft gegenüber dem Strömungsquerschnitt für das Kühlmittel ergibt.

5 Nach der zweiten Lösung werden unterschiedliche Plattentypen, d. h. von zweierlei Bauart verwendet, so dass sich für die von Ladeluft durchströmten Strömungskanäle etwa die doppelte Kanalhöhe wie für die Kühlmittelkanäle ergibt. Die zwei verschiedenen Plattentypen weisen senkrecht gegenüber dem Plattenboden aufgestellte, mit einem Absatz versehene Ränder auf, wobei beim Stapeln dieser Platten die umlaufenden Absätze als Auflage und Anschlagfläche für benachbarte Platten dienen. Die Plattenränder werden in den sich überlappenden, senkrecht aufgestellten Bereichen miteinander verlötet – hierfür ist ein definierter, relativ eng tolerierter Spalt erforderlich, anderenfalls ist die Lötung nicht dicht. Insofern ist diese Bauweise durch eine erhöhten Fertigungs- und Kostenaufwand gekennzeichnet.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Plattenwärmeübertrager der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass er mit einem geringeren Fertigungs- und Kostenaufwand herstellbar ist.

20 Die Lösung dieser Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 erreicht. Zunächst sind die Ränder sowohl des ersten als auch des zweiten Plattentyps gegenüber dem Plattenboden geneigt angeordnet, d. h. mit einem Flankenwinkel  $\alpha$ , der ein einfaches Stapeln der Platten ermöglicht. Aufgrund der Konizität der Ränder bzw. Flanken ist ein Ausgleich von Fertigungsungenauigkeiten durch elastische Verformung möglich. Durch die erfindungsgemäße Randausbildung des zweiten Plattentyps wird ein Strömungskanal mit größerer Kanalhöhe erreicht. Dies geschieht dadurch, dass der Randbereich des zweiten Plattentyps einen ersten und einen dritten Flankenabschnitt sowie einen mittleren bzw. zweiten, senkrecht zum Plattenboden verlaufenden Abschnitt aufweist, der für die Kanalhöhe maßgebend ist. Die Platten werden durch Tiefziehen, in mehreren Schritten, hergestellt – insofern ist der Fertigungsaufwand relativ gering.

5 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die Platten des ersten und zweiten Typs in abwechselnder Reihenfolge gestapelt, so dass jeweils ein Kanal geringer mit einem Kanal größerer Höhe abwechselt. Möglich sind jedoch auch andere Reihenfolgen, so dass z. B. zwei oder mehrere Kanäle parallel von einem Strömungsmedium beaufschlagt werden.

10 Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist der Rand des ersten Plattentyps eine Einführflanke mit einem größeren Flankenwinkel als der an den Plattenboden angrenzende Flankenabschnitt auf. Dadurch wird ein leichteres Einführen der nächsten Platten beim Stapeln erreicht, also eine vereinfachte Montage ermöglicht. Darüber hinaus ergibt sich durch diese Einführflanke eine verbesserte Verlötung der Randbereiche.

15 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist auch der zweite Plattentyp mit einer Einführflanke versehen, die ebenfalls die zuvor erwähnten Vorteile einer verbesserten Montage und Verlötung mit sich bringt.

20 Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind in den Strömungskanälen Mittel zum Erzeugen von Verwirbelungen, beispielsweise Turbulenzeinlagen bzw. Turbulenzbleche, Noppen, Sicken, usw., zwischen den Platten angeordnet und mit diesen verlötet. Dadurch wird ein verbesserter Wärmeübergang durch Verwirbelung der Medien und eine erhöhte Druckfestigkeit des Plattenstapels erreicht. Es ist möglich, die Turbulenzeinlagen hinsichtlich ihres Druckabfalls und ihrer geometrischen Gestaltung an die unterschiedlichen Medien wie Kühlmittel und Ladeluft anzupassen. Die Turbulenzeinlagen definieren durch ihre Höhe den Abstand der Platten und damit die Kanalhöhe.

30 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

35 Fig. 1 einen Schnitt in der Ebene I-I gemäß Fig. 2 durch einen Plattenwärmeübertrager in Stapelbauweise nach dem Stand der Technik (linke Hälfte) und gemäß der Erfindung (rechte Hälfte),

- Fig. 2 eine Ansicht von oben in schematischer ( nicht vollständiger) Darstellung auf den Plattenwärmeübertrager,  
Fig. 3 eine Skizze zur Berechnung des Flankenwinkels  $\alpha$  der Plattenränder und  
5 Fig. 4 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Randbereiche eines ersten und eines zweiten Plattentyps.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt längs der Ebene I-I (Fig. 2) durch einen Plattenwärmeübertrager 1, dessen linke Seite L eine Ausbildung nach dem Stand der Technik gemäß DE-A 195 11 991 der Anmelderin zeigt und dessen rechte Hälfte R die erfindungsgemäße Ausbildung des Plattenwärmeübertragers 1 wiedergibt. Dieser besteht aus zwei unterschiedlichen Plattentypen, nämlich einer Platte 2 geringerer Höhe und einer Platte 3 größerer Höhe. Beide Plattentypen 2, 3 weisen jeweils einen ebenen Boden 2a, 3a und einen hochgestellten Rand 2b, 3b auf, der hinsichtlich seiner geometrischen Ausbildung unten noch näher erläutert wird. Die Platten 2, 3 sind in bekannter Weise aufeinander gestapelt und bilden Strömungskanäle 4 der Höhe h und Strömungskanäle 5 der Höhe H, also mit unterschiedlicher Kanalhöhe ( $H > h$ ). Innerhalb der Strömungskanäle 4, 5 sind im dargestellten Ausführungsbeispiel Turbulenzeinlagen 6, 7 angeordnet, die den Kanalquerschnitt ausfüllen und mit den benachbarten Plattenböden 2a, 3a verlötet sind. Die Strömungskanäle 4 stehen mit einem Verteilerkanal 8 in Verbindung, der fluchtend zu einem Eintrittsstutzen 9 für ein erstes Medium angeordnet ist. Die Strömungskanäle 5 mit der größeren Kanalhöhe H stehen mit einem Verteilerkanal 10 in Verbindung, der fluchtend zu einem Eintrittsstutzen 11 eines zweiten Mediums angeordnet ist. Das erste Medium, welches durch den Eintrittsstutzen 9 in den Plattenwärmeübertrager 1 eintritt, ist ein Kühlmittel eines nicht dargestellten Kühlmittelkreislaufes eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeuges, während das zweite Medium, welches durch den Eintrittsstutzen 11 in den Plattenwärmeübertrager 1 eintritt, die von einem nicht dargestellten Kompressor verdichtete und damit erwärmte Ladeluft ist, die in diesem Plattenwärmeübertrager durch das Kühlmittel gekühlt und dann dem nicht dargestellten Verbrennungsmotor zugeleitet wird. Die weiteren Bauteile dieses Plattenwärmeübertragers wie ringförmige Abstandhalter 12 und 13 unterschiedlicher Höhe für die niedrigen Strömungskanäle 4

und die höheren Strömungskanäle 5, ebenso wie eine untere Abschlussplatte 14 und eine obere Abschlussplatte 15 entsprechen dem bekannten Stand der Technik.

- 5 **Fig. 2** zeigt eine Ansicht auf den Plattenwärmeübertrager 1 gemäß Fig. 1 von oben mit Blick auf den Ladelufteintrittsstutzen 11 – der Kühlmiteleintrittsstutzen 9 ist verdeckt und daher gestrichelt dargestellt. Auf der oberen Abschlussplatte 15 ist ferner ein Kühlmittelaustrittsstutzen 16 angeordnet, während ein Ladeluftaustrittsstutzen 17 gestrichelt (weil verdeckt) dargestellt ist. Die Ladeluft strömt also einerseits diagonal vom Eintrittsstutzen 11 durch die Strömungskanäle 5 zum Austrittsstutzen 17 und andererseits von oben nach unten durch den Plattenwärmeübertrager 1. Dagegen strömt das Kühlmittel vom Eintrittsstutzen 9 ebenfalls diagonal durch die Strömungskanäle 4 zum Austrittsstutzen 16, allerdings von unten nach oben. Andere Strömungsformen nach dem erwähnten Stand der Technik sind möglich.
- 10
- 15

Alle Teile des dargestellten Plattenwärmeübertragers 1 bestehen vorzugsweise aus einer Aluminiumlegierung, sind lotplattiert und werden miteinander verlötet, so auch die konisch ausgebildeten Randbereiche 2b mit den Randbereichen 3b. Die Konizität dieser Randbereiche 2b, 3b wird im Folgenden näher beschrieben.

20

**Fig. 3** zeigt eine Skizze mit einer ersten Platte 20 und einer zweiten Platte 21, die ineinander gestapelt sind. Die Platten 20, 21 weisen jeweils einen ebenen Boden 20a, 21a sowie schräg aufgestellte, umlaufende Randbereiche 20b, 21b auf, die unter einem stumpfen Winkel  $\gamma$  gegenüber den Böden 20a, 21a geneigt sind. Der stumpfe Winkel  $\gamma$  setzt sich dabei aus einer Summe von  $90^\circ$  plus einem Winkel  $\alpha$  zusammen. Die Platten 20, 21 weisen jeweils eine Wandstärke  $s$  im Boden- und Randbereich auf, die Kanalhöhe zwischen den Platten 20, 21 ist mit  $h$  angegeben. Die Schnittpunkte der eingezeichneten Linien A, B, C sowie die Schnittpunkte A, C, D bilden jeweils rechtwinklige Dreiecke. Die Strecke A-C ergibt sich als Summe aus  $s$  plus  $h$ , während die Strecke A-D der Wandstärke  $s$  entspricht. Daraus ergibt sich folgende Winkelbeziehung:  $\sin \alpha = s/(s+h)$ ; somit ergibt sich aus der Wahl der Wandstärke  $s$  und der Kanalhöhe  $h$  der so genannte Flankenwinkel  $\alpha$ .

25

30

35

Die Bedingung ist dabei, dass der Punkt A senkrecht über dem Punkt C liegt. Beim Stapeln der Scheiben 20, 21 ergibt sich eine Kontaktfläche 22 zwischen der Außenfläche des Randbereiches 21b und der Innenfläche des Randbereiches 20b. In diesem Kontaktbereich 22 werden die Scheiben miteinander verlötet.

5

**Fig. 4** zeigt in einer schematischen Skizze die beiden Plattentypen, d. h. eine Platte 23 des ersten Typs, einzeln dargestellt auf der linken Seite, und eine Platte 24 des zweiten Typs, rechts einzeln dargestellt; der Zusammenbau beider Platten 23, 24 ist in der Mitte von Fig. 4 dargestellt, wobei sich ein Strömungskanal 25 der Höhe  $h$  (für das Kühlmittel) und ein Strömungskanal 26 der Höhe  $H$  (für die Ladeluft) ergibt. Die Darstellung zeigt, dass  $H > h$  ist; wobei die Platten so gewählt werden, dass das Verhältnis der Kanalhöhe  $H$  zur Kanalhöhe  $h$  in einem Bereich von 1,5 bis 10 liegt, vorzugsweise in einem Bereich zwischen 2 und 6 liegt. Die Platten 23, 24 entsprechen den Platten 2, 3 in Fig. 1.

10

15

Die links einzeln, teilweise dargestellte Platte 23 weist einen umlaufenden ersten Randabschnitt 23a mit einer Höhe  $h_1$  und einem Flankenwinkel  $\alpha$  auf. An diesen ersten Abschnitt 23a schließt sich ein zweiter Abschnitt 23b der Höhe  $h_2$  mit einem Flankenwinkel  $\beta$  an, wobei  $\beta > \alpha$ . Dieser zweite Abschnitt 23b bildet eine so genannte Einführflanke aufgrund des größeren Winkels  $\beta$ .

20

Auf der rechten Seite von Fig. 4 ist die Platte 24 des zweiten Typs einzeln dargestellt; sie weist einen Plattenboden 24e und vier aneinander anschließende Abschnitte auf, und zwar einen ersten Abschnitt 24a der Höhe  $H_1$  mit einem Flankenwinkel  $\alpha$ , einen zweiten Abschnitt 24b der Höhe  $H_2$  mit einem Flankenwinkel von 0 Grad, einen dritten Abschnitt 24c der Höhe  $H_3$  mit einem Flankenwinkel  $\alpha$  und einen vierten Abschnitt 24d der Höhe  $H_4$  mit einem Flankeneinführwinkel  $\beta$ . Der zweite Abschnitt 24b ist also nicht geneigt, sondern verläuft senkrecht zum Plattenboden 24e.

25

30

Durch diese Geometrie der Platten 23, 24, d. h. ihrer Randbereiche 23a, 23b und 24a bis 24d ergibt sich beim Stapeln dieser Platten das in der Mitte von Fig. 4 dargestellte Bild mit unterschiedlichen Kanalhöhen  $h$  und  $H$  für den

35

5      Kühlmittelkanal 25 und den Ladeluftkanal 26. Die Platten 23, 24 liegen mit ihren konischen Randbereichen, d. h. den unter dem Winkel  $\alpha$  geneigten Flanken in den Bereichen 27, 28 parallel zueinander und aneinander und werden in diesen Bereichen verlötet. Der jeweils anschließende Einführflankenbereich 23b bzw. 24d dient einer erleichterten Montage und führt gleichzeitig zu einer verbesserten Verlotung - wegen des erweiterten Lotspaltes. Durch Variation der Höhe H2 des zweiten Abschnittes 24b kann die Kanalhöhe H verändert werden.

10

.o0o.



## Patentansprüche

5

10

15

20

25

30

1. Plattenwärmeübertrager (1) in Stapelbauweise, bestehend aus einer Vielzahl von wannenförmig ausgebildeten, ineinander gestapelten Platten (23, 24) eines ersten und eines zweiten Typs, die zwischen sich Strömungskanäle (25, 26) mit einer ersten Höhe  $h$  für ein erstes Medium und mit einer zweiten Höhe  $H$  für ein zweites Medium bilden, wobei die Platten (23, 24) umfangseitig aufgestellte, miteinander verlötete Ränder mit unterschiedlicher Höhe für den ersten und zweiten Plattentyp aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Plattentyp (23) einen Rand (23a) der Höhe  $h_1$  mit einem Flankenwinkel  $\alpha$  und der zweite Plattentyp (24) einen erhöhten Rand aufweist, der sich aus mindestens drei Abschnitten (24a, 24b, 24c) der Höhe  $H_1$ ,  $H_2$  und  $H_3$  zusammensetzt, wobei der erste Randabschnitt 24a der Höhe  $H_1$  und der dritte Randabschnitt (24c) der Höhe  $H_3$  jeweils einen Flankenwinkel  $\alpha$  aufweisen, während der zweite Randabschnitt (24b) der Höhe  $H_2$  senkrecht zum Plattenboden (24e) verläuft.
2. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Platten des ersten und zweiten Typs (23, 24) abwechselnd gestapelt sind, so dass benachbarte Strömungskanäle (25, 26) unterschiedliche Kanalhöhen  $h$ ,  $H$  aufweisen.
3. Plattenwärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis der Kanalhöhe  $H$  zur Kanalhöhe  $h$  in einem Bereich von 1,5 bis 10 liegt.
4. Plattenwärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich an den ersten Randabschnitt (23a) des ersten Plattentyps (23) ein zweiter Abschnitt (23b) mit einer Einführ-

flanke, einem Flankenwinkel  $\beta$  und einer Höhe  $h_2$  anschließt, wobei  $\beta > \alpha$  ist.

5. Plattenwärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich an den dritten Randabschnitt (24c) des zweiten Plattentyps (24) ein vierter Abschnitt (24d) mit einer Einführflanke, einem Flankenwinkel  $\beta$  und einer Höhe  $H_4$  anschließt.

6. Plattenwärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Platten (2, 2a; 3, 3a) und im Bereich der Strömungskanäle (4, 5) Mittel zum Erzeugen von Verwirbelungen (6, 7) angeordnet sind.

.o0o.

Fig. 1

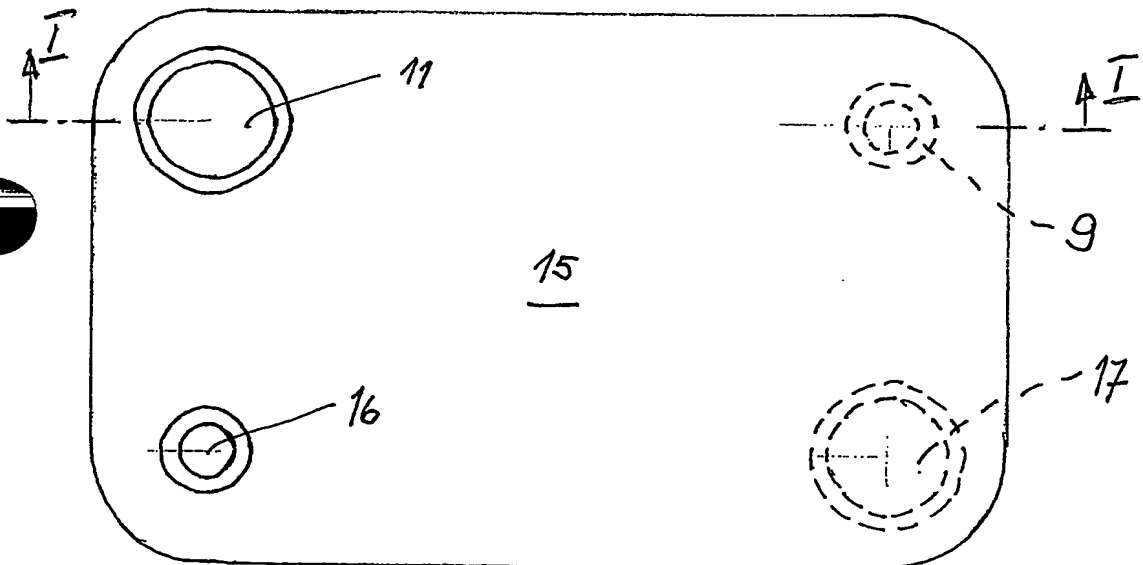
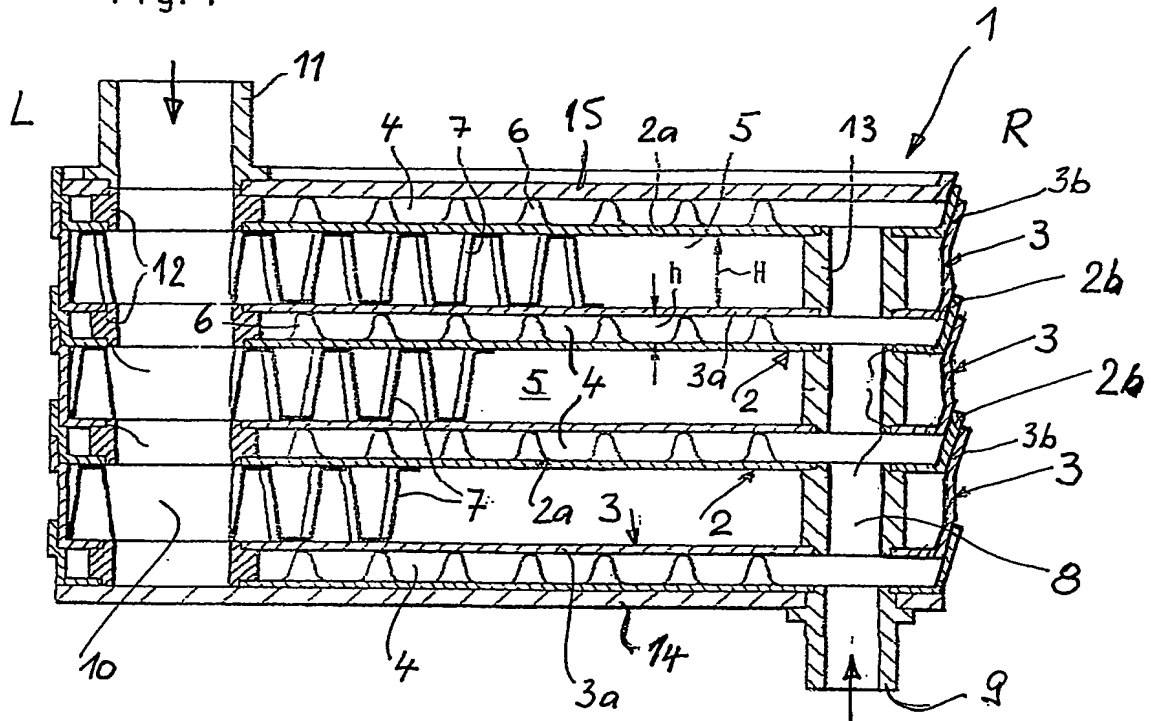
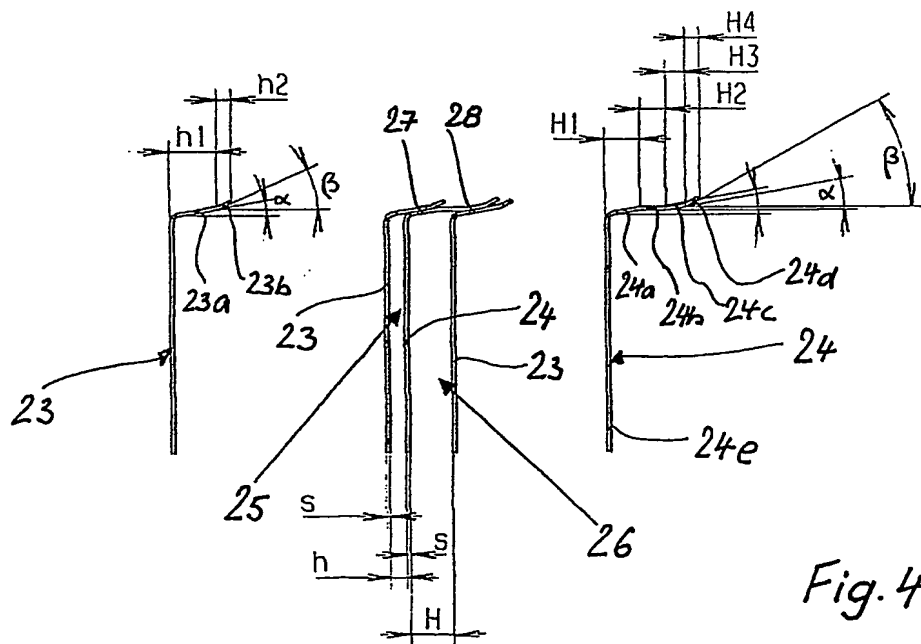
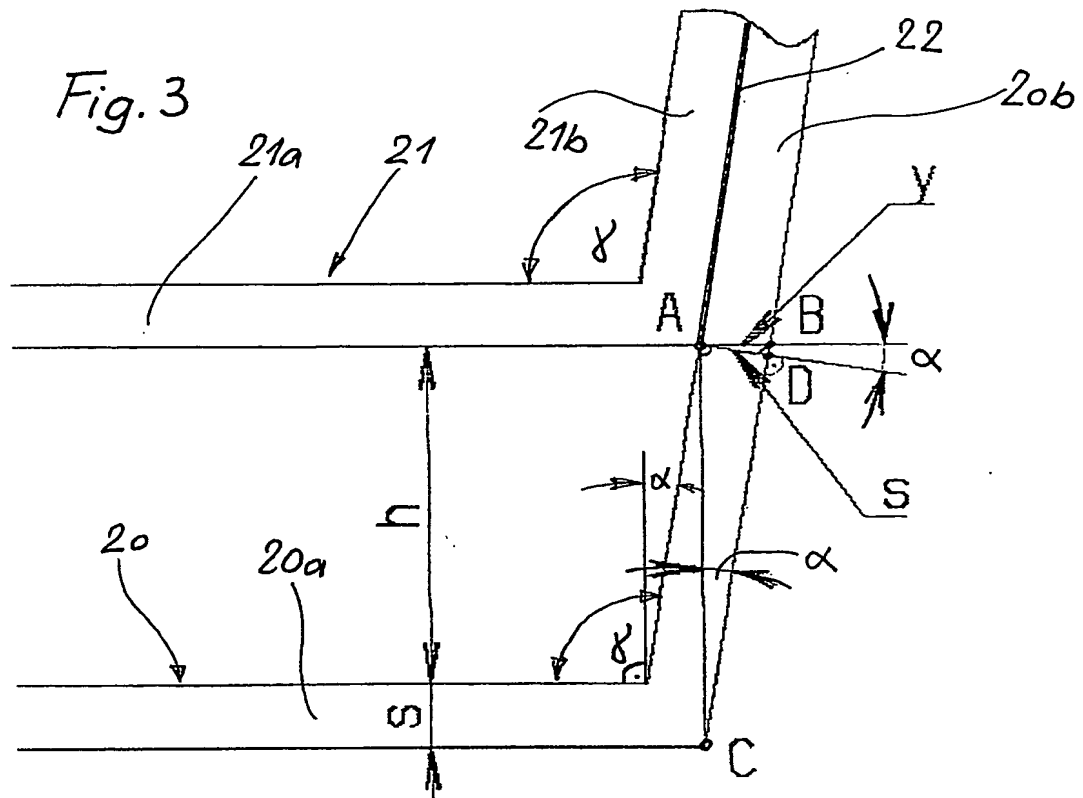


Fig. 2

*Fig. 4*

### Zusammenfassung

5

10

Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmeübertrager in Stapelbauweise bestehend aus Vielzahl von wannenförmig ausgebildeten, ineinander gestapelten Platten (23, 24) eines ersten und eines zweiten Typs, die zwischen sich Strömungskanäle (25, 26) für ein erstes Medium mit einer ersten Höhe  $h$  und für ein zweites Medium mit einer zweiten Höhe  $H$  bilden, wobei die Platten (23, 24) umfangseitig aufgestellte, miteinander verlötete Ränder mit unterschiedlicher Höhe für den ersten und zweiten Plattentyp aufweisen.

15

20

Es wird vorgeschlagen, dass der erste Plattentyp (23) einen Rand (23a) der Höhe  $h_1$  mit einem Flankenwinkel  $\alpha$  und der zweite Plattentyp (24) einen erhöhten Rand aufweist, der sich aus mindestens drei Abschnitten (24a, 24b, 24c) der Höhe  $H_1$ ,  $H_2$  und  $H_3$  zusammensetzt, wobei der erste Randabschnitt (24a) der Höhe  $H_1$  und der dritte Randabschnitt (24c) der Höhe  $H_3$  jeweils einen Flankenwinkel  $\alpha$  aufweisen, während der zweite Randabschnitt (24b) der Höhe  $H_2$  senkrecht zum Plattenboden (24e) verläuft.

25

Fig. 4

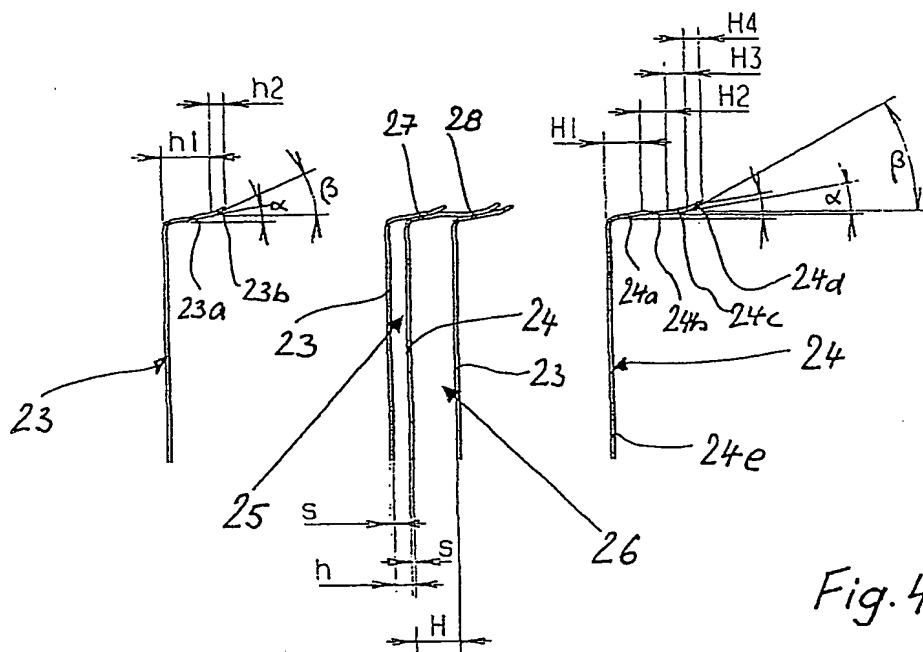


Fig. 4